



Namatek
True Education

www.namatek.com

Electrolytic Capacitor

خازن الکترولیتی چیست؟

فهرست مطالب

۱. خازن الکترولیتی چیست؟
۲. ساختار خازن‌های الکترولیتی
۳. انواع خازن‌های الکترولیتی
۴. روش ساخت خازن الکترولیتی
۵. خصوصیات خازن الکترولیتی
۶. روش خواندن اطلاعات خازن الکترولیتی چیست؟
۷. کاربرد خازن‌های الکترولیتی
۸. مزایا و معایب خازن الکترولیتی
۹. علت خرابی خازن الکترولیتی چیست؟

خازن الکترولیتی نوعی خازن است که از الکترولیت برای دستیابی به ظرفیت خازنی بیشتر نسبت به سایر انواع خازن استفاده می‌کند. این خازن‌ها به طور گسترده در مدارهای منبع تغذیه برای کاهش نوسانات ولتاژ در دستگاه‌های مختلف فیلتر استفاده می‌شوند. محبوبیت این خازن‌ها ناشی از کارایی آن‌ها در ذخیره مقادیر زیاد شارژ در یک فرم نسبتاً کوچک است. آن‌ها کم هزینه هستند و تعادل خوبی بین اندازه و ظرفیت فیزیکی ایجاد می‌کنند.

خازن‌های الکترولیتی در اصل برای سیستم‌های رادیویی و مخابراتی اولیه برای رفع نیاز به خازن‌های با ظرفیت بالا ساخته شدند. در این مقاله با معرفی مختصر از خازن‌های الکترولیتی، به سوالاتی همچون خازن الکترولیتی چیست و چه کاربردی دارد می‌پردازیم و به مزایا و معایب این نوع خازن‌ها اشاره می‌کنیم.

خازن الکترولیتی چیست؟



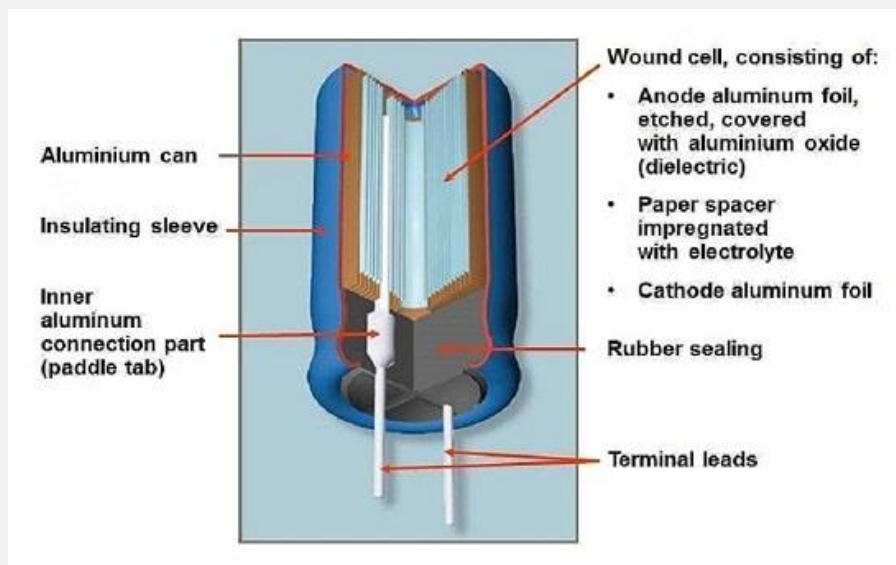
در پاسخ به سوال خازن الکترولیتی چیست می‌توان گفت خازن‌های الکترولیتی انواع خاصی از خازن‌ها هستند که از یک فیلم اکسید ساخته شده از فلزات آلومینیوم، تانتالیوم یا نیوبیم به عنوان دی‌الکتریک برای

دستیابی به ظرفیت بزرگ استفاده می‌کنند. خازن‌های الکترولیتی قدیمی‌ترین نوع از خازن‌های الکتروشیمیایی هستند که در آن دو فویل آلومینیومی توسط یک الکترولیت دی‌الکتریک برای دستیابی به ظرفیت بزرگ از هم جدا می‌شوند. الکترولیت یک مایع یا ژل حاوی غلظت بالایی از یون است.

تقریباً تمام خازن‌های الکترولیتی پلاریزه هستند، به این معنی که در این نوع خازن ولتاژ روی ترمینال مثبت باید همیشه بیشتر از ولتاژ ترمینال منفی باشد. توانایی ظرفیت خازنی زیاد، آن‌ها را برای ارسال سیگنال‌های فرکانس پایین بسیار مفید می‌کند. آن‌ها به طور گسترده برای فیلتر کردن نویز یا جداسازی استفاده می‌شوند.

خازن‌های الکترولیتی می‌توانند از نوع الکترولیت مرطوب یا پلیمر جامد باشند. آن‌ها معمولاً از تانتالیوم یا آلومینیوم ساخته می‌شوند، اگرچه ممکن است از مواد دیگری نیز استفاده شود. ابرخازن‌ها زیرگروه خاصی از خازن‌های الکترولیتی با ظرفیت‌های صدها و هزاران فاراد هستند که خازن‌های الکترولیتی دولایه نیز نامیده می‌شوند. خازن‌های الکترولیتی، ظرفیت معمولی بین $1\mu F$ تا $47mF$ و ولتاژ کاری تا چند صد ولت DC دارند. نوع آلومینیومی خازن‌های الکترولیتی در بسیاری از کاربردها مانند منابع تغذیه، مادربردهای کامپیوتری و بسیاری از لوازم خانگی یافت می‌شوند و از آنجایی که پلاریزه هستند، ممکن است فقط در مدارهای DC استفاده شوند.

ساختار خازن های الکترولیتی



ساختار خازن الکترولیتی از چندین جزء تشکیل شده است. با توجه به انواع مختلف خازن، جنس این اجزا می تواند متفاوت باشد؛ اما در بررسی این که اجزای نوع آلومینیومی خازن الکترولیتی چیست، می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- **آند:** یک صفحه رسانا که اغلب از فویل آلومینیومی ساخته شده است و به عنوان پایانه مثبت خازن عمل می کند.
- **کاتد:** صفحه رسانای دیگری که با خمیر یا محلول الکترولیت مخصوص به ترمینال منفی متصل می شود.
- **لایه دی الکتریک:** به طور معمول از اکسید آلومینیوم ساخته شده است، این لایه عایق بین آند و کاتد را فراهم می کند، درحالی که به دلیل یک واکنش الکتروشیمیایی، بر روی سطح آند شکل می گیرد.
- **خمیر الکترولیت:** یک محلول رسانا، اغلب ژل مانند یا مایع که بین کاتد و لایه دی الکتریک قرار می گیرد و ظرفیت خازن را به طور قابل توجهی افزایش می دهد.

- **پوشش:** معمولاً از آلومینیوم یا پلاستیک ساخته می‌شود، آند، کاتد، دی‌الکتریک و الکترولیت را در بر می‌گیرد و محافظت فیزیکی و عایق را فراهم می‌کند.
- **سیم‌های سربی:** از آند و کاتد امتداد یافته و به خازن اجازه می‌دهد تا به مدار متصل شود.
- **علائم:** شامل اطلاعاتی مانند ظرفیت خازن، رتبه ولتاژ و قطبیت برای کمک به استفاده صحیح و شناسایی مدارهای الکترونیکی است.

انواع خازن‌های الکترولیتی



خازن الکترولیتی نزدیک به یک قرن است که به عنوان یکی از مهم‌ترین اجزای الکترونیکی غیرفعال کلاسیک توسعه یافته است. در میان طیف وسیع انواع خازن‌های الکترولیتی، سه نوع از آن‌ها به طور گسترده در صنعت استفاده می‌شوند که از نظر اندازه، ظرفیت و کاربرد با یکدیگر متفاوت هستند. حالا که متوجه شدیم، خازن الکترولیتی چیست بیاید با این انواع متداول مورد استفاده در صنعت آشنا شویم.

خازن الکترولیتی آلومینیومی

این نوع خازن الکترولیتی طولانی‌ترین دوره طراحی و ساخت از نوع مرطوب تا خشک را پشت سر گذاشته است. آن‌ها به دلیل محفظه آلومینیومی خود

که آند و کاتد را می‌پیچد به این نام، نام‌گذاری شده‌اند و می‌توان آن را به نوع جامد و غیر جامد تقسیم کرد.

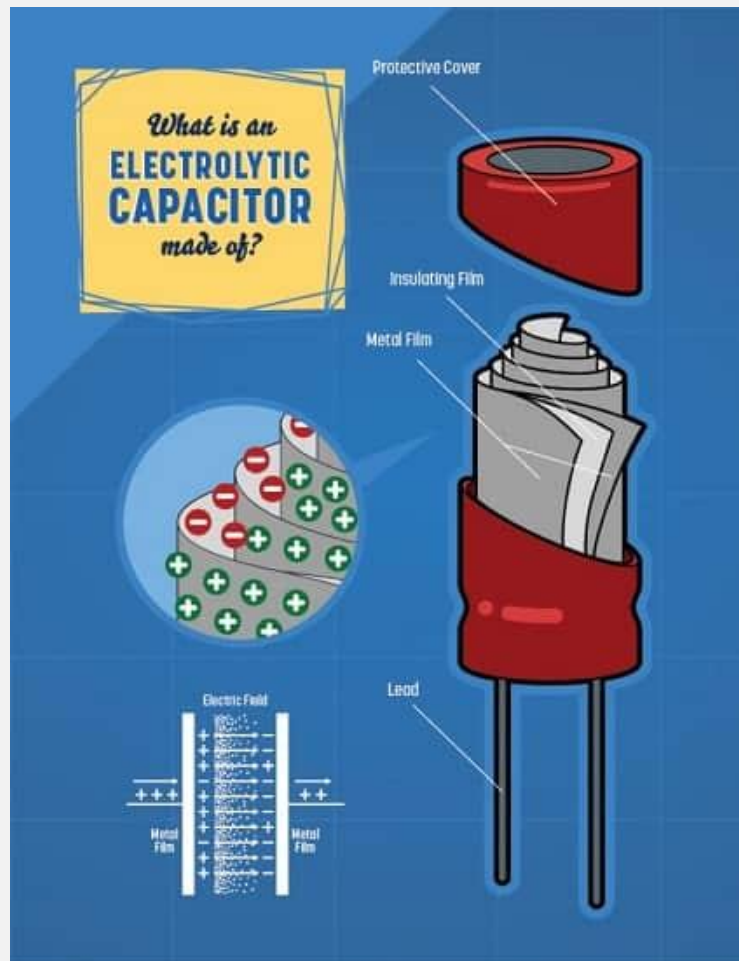
خازن الکترولیتی تانتالیوم

خازن‌های تانتالیومی قیمت بسیار بیشتری نسبت به خازن‌های الکترولیتی آلومینیومی دارند. آن‌ها نشتی کم با ظرفیت بالا تولید می‌کنند و اغلب با خازن‌های سرامیکی یا فیلم در اهداف ایزوله‌سازی منبع تغذیه استفاده می‌شوند. خازن‌های الکترولیتی تانتالیوم دارای یک مکانیسم خود ترمیم شونده هستند که برای کاهش الکترولیت‌های MnO_2 به عایق Mn_2O_3 عمل می‌کند. علاوه بر این، این نوع خازن الکترولیتی در محیط‌های خشن (به ویژه محیط‌های با دمای بالا) پایداری بیشتری دارد.

خازن الکترولیتی نیوبیم

خازن نیوبیوم یک رقیب نسبتاً جوان در بازار خازن تانتالیوم است. آن‌ها یک لایه دی‌الکتریک ضخیم‌تر و ولتاژ شکست کمتری نسبت به خازن‌های تانتالیوم دارند. علاوه بر مکانیزم خود ترمیمی خازن‌های تانتالیوم، خازن‌های نیوبیوم یک ویژگی دیگری به نام مکانیزم خودگیر نیز دارند. این مکانیسم برای محافظت از تراشه در برابر خطای اتصال کوتاه به دلیل خرابی محلی عمل می‌کند. علاوه بر این ویژگی، این نوع خازن‌ها در مقاومت در برابر ارتعاشات و شوک‌ها عالی هستند.

روش ساخت خازن الکترولیتی



برخلاف خازن‌های معمولی، خازن‌های الکترولیتی از محلول الکترولیت برای دستیابی به ظرفیت خازنی بسیار بالاتر استفاده می‌کنند و از دو بخش اصلی آند (مثبت) و کاتد (منفی) تشکیل شده‌اند. در پاسخ به این که روش ساخت خازن الکترولیتی چیست، می‌توان این‌گونه بیان کرد:

ابتدا در فرایند تولید، آند اکسید می‌شود تا لایه دی‌الکتریک تشکیل شود. پس از آن، کاتد با خمیر الکترولیت یا محلول تصفیه می‌شود، سپس ولتاژ به خازن در قطبیت صحیح (مثبت به منفی) اعمال می‌گردد و یک واکنش الکتروشیمیایی در آند رخ می‌دهد. این واکنش باعث می‌شود لایه دی‌الکتریک حتی عایق‌تر شود و توانایی خازن برای ذخیره بار را افزایش

دهد. با توجه به این فرایند الکتروشیمیایی، خازن‌های الکتrolیتی می‌توانند مقادیر خازنی بسیار بالاتری نسبت به انواع دیگر خازن‌ها داشته باشند.

خصوصیات خازن الکتrolیتی

خازن‌های الکتrolیتی برحسب نوع و ساختار خصوصیات متفاوتی ارائه می‌دهند که به شرح زیر هستند:

دریفت ظرفیت

به طور معمول، ویژگی‌های الکتریکی به الکتrolیت مورد استفاده و آند بستگی دارد. ظرفیت خازن‌های الکتrolیتی دارای تlرانس‌های بزرگ ۲۰ درصد است و با گذشت زمان از مقدار اسمی خارج می‌شود. این به معنی یک خازن آلومینیومی است که ظرفیت اسمی آن $47\mu F$ است و انتظار می‌رود بین $37/6\mu F$ و $56/4\mu F$ باشد. خازن‌های تانتالیومی نیز می‌توانند با تlرانس‌های بالاتر ساخته شوند؛ اما حداکثر ولتاژ کاری آن‌ها کم است. بنابراین نمی‌توان از آن‌ها به عنوان جایگزین کامل خازن‌های آلومینیومی استفاده کرد.

قطبیت و ایمنی

با توجه به ساخت خازن‌های الکتrolیتی و ویژگی‌های الکتrolیت مورد استفاده، خازن‌های الکتrolیتی باید بایاس موافق باشند. این بدان معنی است که ترمینال مثبت همیشه باید در ولتاژ بالاتری نسبت به ترمینال منفی باشد. اگر خازن بایاس معکوس شود (قطبیت ولتاژ روی ترمینال‌ها معکوس شود)، اکسید آلومینیوم عایق که به عنوان دی‌الکتریک عمل می‌کند، ممکن است آسیب ببیند و شروع به کار به عنوان یک اتصال کوتاه بین دو پایانه

خازن کند. این امر می‌تواند باعث گرم شدن بیش از حد خازن به دلیل جریان زیادی که از آن عبور می‌کند، شود.

با گرم شدن بیش از حد خازن، الکترولیت گرم می‌شود و نشت می‌کند یا حتی بخار می‌شود و باعث ترکیدن محفظه می‌شود. این فرایند در ولتاژهای معکوس حدود ۱ ولت و بالاتر اتفاق می‌افتد. برای حفظ ایمنی و جلوگیری از انفجار محفظه در اثر فشارهای زیاد ایجاد شده در شرایط گرمای بیش از حد، یک شیر اطمینان در محفظه تعبیه شده است. معمولاً با ایجاد یک نمره در وجه بالایی خازن ساخته می‌شود که هنگام گرم شدن بیش از حد خازن به صورت کنترل شده باز می‌شود. از آنجایی که الکترولیت‌ها ممکن است سمی یا خورنده باشند، ممکن است در هنگام تمیز کردن و تعویض خازن الکترولیتی بیش از حد گرم شده، اقدامات ایمنی بیشتری انجام شود. نوع خاصی از خازن‌های الکترولیتی برای استفاده AC وجود دارد که برای مقاومت در برابر قطبش معکوس طراحی شده است. به این نوع، نوع غیر قطبی یا NP می‌گویند.

ظرفیت، مقادیر استاندارد و تحمل‌ها

همان طور در بالا گفتیم ویژگی‌های الکتریکی به شدت به الکترولیت مورد استفاده و آند بستگی دارد و این ویژگی‌ها، مقدار ظرفیت خازن را تحت تأثیر قرار می‌دهد که دوباره به دما و فرکانس بستگی دارد. خازن‌هایی که حاوی الکترولیت‌های غیر جامد هستند نسبت به خازن‌های دارای الکترولیت جامد، گستره وسیعی از دما و محدوده فرکانس را نشان می‌دهند.

واحد پایه ظرفیت خازن الکترولیتی میکروفراد است. مقدار ظرفیت خازنی که سازندگان در برگه‌های داده مشخص می‌کنند، ظرفیت اسمی یا ظرفیت نامی نامیده می‌شود. مقدار خازن اندازه‌گیری شده در فرکانس ۱ کیلوهرتز به میزان ۱۰ درصد از ۱۱۰/۱۰۰ هرتز می‌باشد و در جایی که دما ۲۰ درجه سانتیگراد است، کمتر خواهد بود. درصد انحراف مجاز ظرفیت اندازه‌گیری شده از مقدار نامی را تحمل ظرفیت می‌گویند.

این خازن‌ها در انواع سری‌های تفرانس که مقادیر آن‌ها مشخص شده است، مفید هستند. با توجه به این معلومات دسته‌بندی زیر را می‌توان برای خازن‌های الکترولیتی متصور شد:

- ظرفیت نامی، تحمل $\pm 20\%$ ، سری E3، کد حرف "M"
- ظرفیت نامی، تحمل $\pm 20\%$ ، سری E6، کد حرف "M"
- ظرفیت نامی، تحمل $\pm 10\%$ ، سری E12، کد حرف "K"

روش خواندن اطلاعات خازن الکترولیتی چیست؟



در مورد خازن‌های الکترولیتی ۲ نوع علامت گذاری اساسی وجود دارد. اولین مورد مقدار میکروفاراد و ولتاژ کار را مشخص می‌کند. به عنوان مثال، با استفاده از این تکنیک، یک خازن $4.7\mu F$ با ولتاژ کاری ۲۵ ولت علامت $4.7" 25V"$ را نشان می‌دهد. در سیستم علامت گذاری دیگر، یک حرف با ۳ عدد دنبال می‌شود. حرف نشان دهنده امتیاز ولتاژ مطابق جدول است. دو عدد اول نشان دهنده ارزش بر حسب پیکوفاراد است، در حالی که عدد سوم صفر مطلق است که باید به عدد ۲ اول اضافه شود. به عنوان مثال، یک خازن $4.7\mu F$ با ولتاژ ۲۵ ولت دارای علامت E476 است.

ولتاژ	نشان
2.5	e
4	G

J	6.3
A	10
C	16
D	20
E	25
V	35
H	50

کاربرد خازن‌های الکترولیتی



در مورد این که کاربرد خازن الکترولیتی چیست و چه نقشی دارد، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- **منابع تغذیه:** خازن‌های الکترولیتی در مدارهای منبع تغذیه برای هموار کردن نوسانات ولتاژ از یک منبع و اطمینان از منبع تغذیه ثابت در یک دستگاه الکتریکی استفاده می‌شود.
- **تجهیزات صوتی:** خازن‌های الکترولیتی در تقویت‌کننده‌ها و بلندگوهای صوتی برای کاربردهای کوپلینگ و جداسازی، فیلتر کردن

نویزهای ناخواسته، افزایش کیفیت صدا و بهبود یکپارچگی سیگنال مورد استفاده قرار می‌گیرند.

- **استارت موتورها:** خازن‌های الکترولیتی در مدارهای استارت موتور به کار می‌روند تا تقویت اولیه توان مورد نیاز برای راه اندازی موتورهای الکتریکی برای وسایل مختلف و تجهیزات صنعتی را فراهم کنند.
- **بالاست روشنایی:** خازن‌های الکترولیتی در بالاست های روشنایی فلورسنت و تخلیه با شدت بالا (HID) استفاده می‌شوند تا جریان الکتریکی را که از طریق لامپ می‌گذرد تنظیم کنند و از خروجی نور پایدار و ثابت اطمینان حاصل کنند.
- **سوئیچینگ منابع تغذیه:** خازن‌های الکترولیتی برای تنظیم ولتاژ و فیلتر کردن در کاربردهایی مانند منابع تغذیه کامپیوتر، درایورهای LED و دستگاه‌های الکترونیکی مختلف ضروری هستند.
- **تجهیزات مخابراتی:** خازن‌های الکترولیتی برای فیلتر کردن و جفت کردن سیگنال، کاهش نویز و ایمن‌سازی ارتباطات قابل اعتماد در دستگاه‌هایی مانند روترها، مودم‌ها و سوئیچ‌های شبکه استفاده می‌شوند.

مزایا و معایب خازن الکترولیتی



خازن‌های الکترولیتی مزایا و معایبی دارند که در انتخاب و استفاده از آن‌ها باید در نظر گرفته شوند.

مزایای خازن الکترولیتی

- مقادیر ظرفیت خازنی بالا
- اندازه فشرده
- مقرون به صرفه در مقایسه با برخی دیگر از انواع خازن با ظرفیت بالا
- در دسترس بودن طیف گسترده‌ای از گزینه‌های ولتاژ

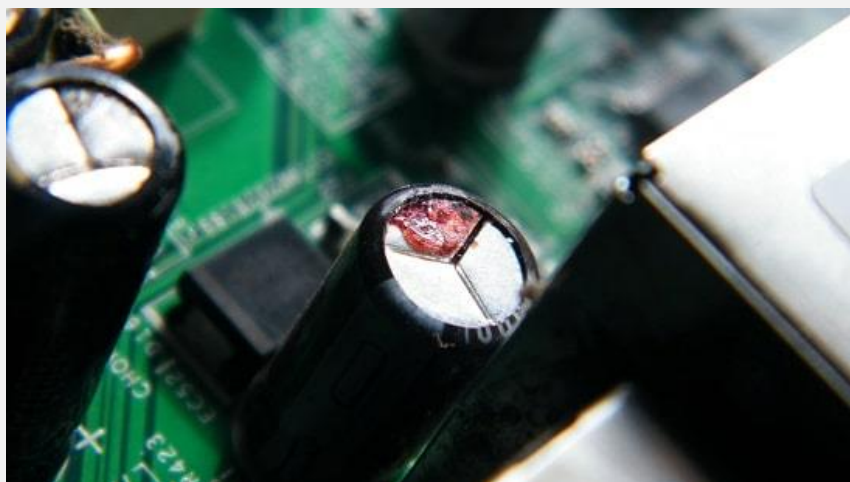
معایب خازن الکترولیتی

- حساسیت قطبیت که نیاز به اتصالات قطبی صحیح دارد.
- طول عمر محدود در مقایسه با سایر انواع خازن که نیاز به بازرسی و تعویض دوره‌ای دارد.
- از محدودیت‌های ولتاژ و دمای آن نباید تجاوز کرد.

• مشکلاتی مانند عدم قابلیت اطمینان، خشک شدن الکتrolیت، افزایش مقاومت سری معادل (ESR) یا نشت تحت شرایط خاص وجود دارد.

مهم است که این مزایا و معایب را در زمینه کاربرد و الزامات خاص خود در نظر بگیرید. انتخاب دقیق، جابه‌جایی مناسب و پیروی از دستورالعمل‌های سازنده برای اطمینان از عملکرد ایمن و قابل اعتماد خازن‌های الکتrolیتی ضروری است.

علت خرابی خازن الکتrolیتی چیست؟



خازن‌های الکتrolیتی طول عمر محدودی دارند و در طول زمان به دلیل عواملی مانند دما، تنش ولتاژ و محلول الکتrolیت کهنه می‌توانند خراب شوند. هنگامی که خازن‌های الکتrolیتی فراتر از پارامترهای مشخص شده خود یا در شرایط نامناسب استفاده می‌شوند، ممکن است نشت کنند یا حتی منفجر شوند و به مدارهای اطراف آسیب وارد کنند. بنابراین مراقبت مناسب و در نظر گرفتن شرایط عملیاتی هنگام ادغام خازن‌های الکتrolیتی در طرح‌های الکترونیک ضروری است؛ اما علت اصلی خرابی خازن الکتrolیتی چیست؟

مکانیسم اولیه‌ای که باعث تخریب و خرابی خازن‌های الکترولیتی می‌شود، تبخیر آهسته الکترولیت در طول زمان است و البته در دماهای بالاتر این امر بدتر می‌شود. این اتفاق منجر به ظرفیت کمتر و مقاومت سری مؤثر بالاتر (ESR) می‌شود.

این موضوع کمی دور باطل است؛ زیرا با افزایش ESR، هر اثر خود گرمایی ناشی از جریان‌های موج دار افزایش می‌یابد. این می‌تواند منجر به افزایش قابل توجه دمای موضعی شود که می‌تواند مشکل را حتی بیشتر تسریع کند. در گذشته، این امر برخی از شرکت‌ها را تحت تأثیر قرار داده است تا یک قانون تعمیر و نگهداری برنامه‌ریزی شده را اجرا کنند که در آن خازن‌های الکترولیتی با اجزای جایگزین مناسب هر چند سال یک‌بار تعویض می‌شوند، به‌ویژه زمانی که سیستم در کاربردهای حیاتی استفاده می‌شود. حال سوال اینجاست اندازه عمر خازن الکترولیتی چیست؟

خازن‌های الکترولیتی چقدر عمر می‌کنند؟

طول عمر خازن‌های الکترولیتی بسته به عوامل مختلفی از جمله کیفیت خازن، شرایط کارکرد و عادات استفاده می‌تواند متفاوت باشد. اگرچه خازن‌های الکترولیتی به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند و می‌توانند طول عمر بالایی داشته باشند؛ اما به اندازه برخی از انواع دیگر خازن‌ها دوام ندارند. در اینجا برخی از ملاحظات کلی برای طول عمر خازن الکترولیتی وجود دارد:

- طول عمر خازن‌های الکترولیتی بر اساس عواملی مانند کیفیت، شرایط عملکرد و الگوهای استفاده می‌تواند متفاوت باشد.

- سازندگان یک عمر نامی برای خازن‌های الکترولیتی ارائه می‌کنند که معمولاً بر حسب ساعت کار در سطوح دما و ولتاژ خاص بیان می‌شود.
- کارکرد خازن‌ها در محدوده دما و ولتاژ مشخص شده توسط سازنده می‌تواند به حداکثر کردن طول عمر آن‌ها کمک کند.
- با گذشت زمان، الکترولیت در خازن‌های الکترولیتی می‌تواند خشک یا تخریب شود که منجر به کاهش ظرفیت خازن یا افزایش مقاومت سری معادل (ESR) می‌شود.
- عواملی مانند دماهای بالا، جریان‌های موج دار بالا، یا افزایش ولتاژ می‌توانند بر طول عمر خازن‌های الکترولیتی تأثیر بگذارند.
- طول عمر خازن‌های الکترولیتی می‌تواند از چند هزار تا ده‌ها هزار ساعت متغیر باشد.
- بازرسی دوره‌ای و تعویض خازن‌های الکترولیتی به ویژه در کاربردهای حیاتی برای اطمینان از قابلیت اطمینان توصیه می‌شود.
- برای اطلاعات دقیق در مورد طول عمر مورد انتظار خازن‌های الکترولیتی در کاربردهای خاص، همیشه به دستورالعمل‌ها، دیتاشیت‌ها و مشخصات سازنده مراجعه کنید.

نتیجه‌گیری

خازن‌های الکترولیتی اجزای ضروری تجهیزات الکترونیکی مدرن هستند که مقادیر خازنی بالا و ذخیره انرژی کارآمد را ارائه می‌دهند. درک اصول، انواع و کاربردهای آن‌ها به مهندسان و علاقه‌مندان کمک می‌کند تا هنگام انتخاب و پیاده سازی این خازن‌ها، انتخاب‌های آگاهانه‌ای داشته باشند. با در نظر گرفتن عواملی مانند قطبیت، رتبه ولتاژ، محدوده دما، طول عمر و رتبه جریان

موج دار، می‌توان عملکرد و قابلیت اطمینان خازن‌های الکتrolیتی را در سیستم‌های الکترونیکi مختلف به حداکثر رساند.